

学校编码: 10384

分类号_____密级_____

学号: 22420051302420

UDC _____

厦门大学

硕 士 学 位 论 文

一种基于自适应占空比的无线传感器网络MAC协议研究

Study on A MAC Protocol of Wireless Sensor Network with
Adaptive Duty Cycle

林小兰

指导教师姓名: 肖 明 波 教授

专 业 名 称: 通信与信息系统

论文提交时间: 2008 年 4 月

论文答辩日期: 2008 年 月

学位授予日期: 2008 年 月

答辩委员会主席_____

评 阅 人_____

2008 年 月

厦门大学博硕士论文摘要库

厦门大学学位论文原创性声明

兹呈交的学位论文，是本人在导师指导下独立完成的研究成果。
本人在论文写作中参考的其他个人或集体的研究成果，均在文中以明确方式标明。本人依法享有和承担由此论文而产生的权利和责任。

声明人（签名）：

年 月 日

厦门大学学位论文著作权使用声明

本人完全了解厦门大学有关保留、使用学位论文的规定。厦门大学有权保留并向国家主管部门或其指定机构送交论文的纸质版和电子版，有权将学位论文用于非赢利目的的少量复制并允许论文进入学校图书馆被查阅，有权将学位论文的内容编入有关数据库进行检索，有权将学位论文的标题和摘要汇编出版。保密的学位论文在解密后适用本规定。

本学位论文属于

1、保密（ ），在 年解密后适用本授权书。

2、不保密（√）

（请在以上相应括号内打“√”）

作者签名：

日期： 年 月 日

导师签名：

日期： 年 月 日

摘要

微机电系统、无线通信技术、微型传感器技术和嵌入式技术等技术的进步，推动了无线传感器网络的产生和发展。无线传感器网络是由部署在监测区域内大量的廉价微型传感器节点组成，通过无线通信方式形成的一个多跳的自组织网络。它能够协作地实时监测、感知和采集各种环境或监测对象的信息，并对其进行处理，再传送给观察者。无线传感器网络已成为工业界及学术界的一个研究热点，有着非常广阔的应用前景。

介质访问控制（MAC）协议决定了无线信道使用的方式，在传感器节点之间分配有限的通信资源，已成为无线传感器网络研究热点。本文从低能耗和低时延的角度研究无线传感器网络中的 MAC 协议。

MAC 协议大致分为两大类：基于竞争的 MAC 和基于时分复用的 MAC。S-MAC 协议是一种典型的基于竞争的 MAC 协议，较好地满足了无线传感器网络中的能量需求。但是，S-MAC 作为一种具有固定占空比的 MAC 协议，对于数据流随时间和位置变化的场景，其性能表现不好。本文在其中引入自适应占空比，在网络流量突发状况时对节点的占空比及时作出调整。分析和仿真结果表明，我们的改进方案使节点的活动时间能够较好地适应通信负载的动态变化，减小了时延及丢包，提高了网络吞吐量，并明显地降低了能耗。

关键词：无线传感器网络；介质访问控制（MAC）；S-MAC

厦门大学博硕士论文摘要库

Abstract

The rapid development of the micro-electro-mechanism systems, technologies of wireless communication, micro-sensors and embedded computing promotes the emergence and development of wireless sensor networks. Wireless sensor network (WSN) consists of a certain number of smart sensors which form a multi-hop Ad Hoc network by radio communications in sensor field. It can be used for sensing, collecting and processing information of monitored objects. The wireless sensor network has become one of the research hotspots in the industry and academia. It has shown a great prospects in the future.

Media Access Control (MAC) Protocol, which decides how to share wireless channels, allocates the limited communication resource among sensor nodes, and it is a intensively studied topic in WSN. MAC Protocols in WSN are mainly classified into two types, namely, contention-based protocols and time division multiple access based protocols. S-MAC protocol is a typical contention-based MAC Protocol, being put forward to meet the power demand of WSN. However, as a protocol with fixed duty cycle, S-MAC does not perform well for scenarios with data flows fluctuating with time and location. In this thesis, we propose a novel scheme with adaptive duty cycle. Analysis and simulation results show that the improved protocol, by adapting with traffic load, reduces the latency and loss, increases throughput, and significantly reduces energy consumption.

Key words: Wireless Sensor Network; MAC Protocol; S-MAC

厦门大学博硕士论文摘要库

目 录

第一章 绪 论	1
1.1 研究背景	1
1.2 国内外研究与发展现状	2
1.3 论文的研究意义	4
1.4 论文主要工作和结构安排	5
第二章 无线传感器网络概述	7
2.1 无线传感器网络的体系结构	7
2.1.1 无线传感器网络结构	7
2.1.2 无线传感器网络节点的组成	8
2.1.3 无线传感器网络的协议栈	9
2.2 无线传感器网络的特征	12
2.2.1 无线传感器节点的特征	12
2.2.2 无线传感器网络的特点	14
2.2.3 无线传感器网络与无线自组网的区别	15
2.3 无线传感器网络的应用	16
2.3.1 军事应用	16
2.3.2 环境应用	17
2.3.3 医疗应用	17
2.3.4 建筑及城市管理应用	18
2.4 无线传感器网络的研究进展	18
2.4.1 军事领域的研究进展情况	18
2.4.2 民用领域的研究进展情况	20
2.4.3 学术界的研究进展情况	20
2.5 本章小节	21
第三章 无线传感器网络 MAC 协议分析	22
3.1 无线传感器网络 MAC 协议面临的问题	22

3.1.1 无线传感器网络流量特点	22
3.1.2 无线传感器网络的通信模式	23
3.1.3 无线传感器网络的能耗分析及损耗原因	23
3.2 无线传感器网络 MAC 层协议的设计目标	25
3.3 无线传感器网络常见的 MAC 协议分类分析	27
3.3.1 基于固定分配类的 MAC 协议	28
3.3.2 基于竞争类 MAC 协议	29
3.4 本章小结	32
第四章 S-MAC 协议及其现有改进方案	33
4.1 S-MAC 协议的采用的机制	33
4.1.1 周期性监听和休眠	33
4.1.2 流量自适应监听机制	38
4.1.3 串音避免	39
4.1.4 消息传递	40
4.2 S-MAC 协议中存在的问题	41
4.3 S-MAC 协议现有的各种改进方案	41
4.4 本章小结	44
第五章 基于动态占空比调整的 S-MAC 协议	45
5.1 动态占空比调整方案思想	45
5.2 排队论模型	46
5.3 S-MAC 通信协议的排队论分析	48
5.4 占空比调整算法	55
5.5 本章小节	60
第六章 基于 NS-2 的网络仿真及结果分析	61
6.1 无线传感器网络仿真技术简介	61
6.2 NS-2 仿真软件介绍	62
6.2.1 NS-2 概述	62
6.2.2 NS-2 中协议与上下层的接口	63

6.2.3 NS-2 网络仿真过程	65
6.3 动态占空比调整机制在 NS-2 中实现	65
6.4 仿真参数设置	70
6.4.1 网络模型假设及仿真参数	70
6.4.2 节点的创建和配置	71
6.4.3 节点能量的配置	72
6.4.4 数据流的产生	73
6.5 仿真结果分析	73
6.5.1 试验的拓扑结构	74
6.5.2 能量有效性分析	74
6.5.3 网络延迟分析	76
6.5.4 网络吞吐量分析	78
6.6 本章小结	80
第七章 总结与展望	81
参考文献	85
致 谢	88
读研期间发表论文	89

厦门大学博硕士论文摘要库

Contents

Chapter 1 Introduction	1
1.1 Background.....	1
1.2 Research Status in quo.....	2
1.3 Research Purpose.....	4
1.4 Thesis Organization and Main Contents.....	5
Chapter 2 Overview of Wireless Sensor Network.....	7
2.1 Wireless Sensor Network Architecture.....	7
2.1.1 Network Architecture.....	7
2.1.2 Sensor Node System.....	8
2.1.3 Communication Protocol Stack.....	9
2.2 Features of Wireless Sensor Network.....	13
2.2.1 Features of Sensor Node.....	13
2.2.2 Features of Wireless Sensor Network.....	15
2.2.3 Difference between WSN and AD HOC Network.....	16
2.3 Applications of Wireless Sensor Network.....	16
2.3.1 Military Application.....	16
2.3.2 Environment Application.....	17
2.3.3 Medical Application.....	18
2.3.4 Construction and Urban Management application.....	18
2.4 Prospect of Wireless Sensor Network.....	19
2.4.1 Research and Development in Military area.....	19
2.4.2 Research and Development in Civil area.....	20
2.4.3 Research and Development in Academia.....	21
2.5 Summary.....	21
Chapter 3 Analysis of Wireless Sensor Network MAC Protocol.....	22
3.1 Problems in WSN MAC Protocol.....	22
3.1.1 Flow Characteristics.....	22
3.1.2 Communication Pattern.....	23

3.1.3 Analysis of Energy consumption.....	23
3.2 Design Objectives of WSN MAC Protocol.....	25
3.3 Categories of Wireless Sensor Network MAC Protocols.....	27
3.3.1 Protocols based on Fixed Allocation.....	28
3.3.2 Protocols based on Contention.....	29
3.4 Summary	32
Chapter 4 S-MAC Protocol and its Improvement.....	33
4.1 Periodic Listening and Sleep.....	33
4.1.1 Background.....	33
4.1.2 Adaptive Listening.....	38
4.1.3 Overhearing Avoidance.....	39
4.1.4 Message Passing.....	40
4.2 Disadvantage of S-MAC.....	41
4.3 Improvement of S-MAC.....	41
4.4 Summary.....	44
Chapter 5 Adaptive Duty Cycle of S-MAC.....	45
5.1 Improvement of Adaptive Duty Cycle.....	45
5.2 Queuing theory.....	46
5.3 Analysis of S-MAC based on Queuing theory.....	48
5.4 Adaptive Duty Cycle.....	55
5.5 Summary.....	60
Chapter 6 NS-2 Simulation and Results Analysis.....	61
6.1 Network emulators.....	61
6.2 NS-2 Simulator.....	62
6.2.1 NS-2.....	62
6.2.2 Interface between UP and DOWN Layers.....	64
6.2.3 Simulation Process.....	65
6.3 Implementation of Adaptive Duty cycle.....	65
6.4 Result Analysis.....	70
6.4.1 Network Model Assumption and Parameters.....	70
6.4.2 Node Creating and Setting.....	71

6.4.3 Node Energy Setting.....	72
6.4.4 Application Setting.....	73
6.5 Simulation Design.....	73
6.5.1 Topology.....	74
6.5.2 Energy Analysis.....	74
6.5.3 Delay Analysis.....	76
6.5.4 Throughput Analysis.....	78
6.6 Summary.....	81
Chapter 7 Conclusions and Future Work.....	81
References.....	85
Acknowledgement.....	88

厦门大学博硕士论文摘要库

Degree papers are in the "[Xiamen University Electronic Theses and Dissertations Database](#)". Full texts are available in the following ways:

1. If your library is a CALIS member libraries, please log on <http://etd.calis.edu.cn/> and submit requests online, or consult the interlibrary loan department in your library.
2. For users of non-CALIS member libraries, please mail to etd@xmu.edu.cn for delivery details.

厦门大学博硕士论文摘要库